

Toni Vuorinen

JULKISIVUMUURAUKSEN LAADUNVARMISTUS

JULKISIVUMUURAUKSEN LAADUNVARMISTUS

Toni Vuorinen
Opinnäytetyö
Syksy 2018
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohton tutkinto-ohjelma

Tekijä: Toni Vuorinen
Opinnäytetyön nimi: Julkisivumuurauksen laadunvarmistus
Työn ohjaaja: Matti Toppi
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2018
Sivumäärä 26 + 2 liitettä

Tässä opinnäytetyössä käsitellään asuinkerrostalon julkisivumuurauksen laatua ja apuvälineiden oikein asennusta sekä käyttöä. Työ suoritettiin yrityksen omana urakkana eikä aliurakkana, jonka takia työn laadun valvonnan toteuttivat työmaan työnjohtajat. Kohde oli jaettu muurauksiltaan lohkoihin, joita apuna käyttäen oli helpompi aikatauluttaa työn eteneminen.

Kohteen kiireisen aikataulun vuoksi, oli laadunvalvonnalla merkittävä rooli työsuorituksessa. Huolellisen suunnittelun ja aikataulutuksen ansiosta muuraus saatiin valmiiksi aikataulussa ja määrätty laatuvaatimukset täyttyivät. Suuressa roolissa laadunvarmistamiseksi oli myös tiilisteiden oikea määrä sekä oikea asennustapa.

Asiasanat: muuraus, tiiliseide, laadunvarmistus, laatu

ALKULAUSE

Tässä opinnäytetyössä käsitellään julkisivumuurauksen laatua ja muurauksessa käytettyjä ylityspalkkien sekä kiinnikkeiden oikein asennusta.

Haluan kiittää Hartela Pohjois-Suomea mahdollisuudesta käyttää apuna työmaan dokumentteja sekä kohdetta, mistä sain tehtyä työni. Lisäksi tahdon kiittää opinnäytetyön ohjaajaa Oulun ammattikorkeakoulun lehtoria Matti Toppia opastuksesta läpi tämän työn.

Oulussa 4.9.2018

Toni Vuorinen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 KOHTEEN ESITTELY	7
3 MUURAUSSAPUVÄLINEET	9
3.1 Ylityspalkit	9
3.2 Muuraussiteet	9
4 KOHTEEN JULKISIVUTIILET	12
5 LAATU	14
6 MUURAUKSEN LAADUNVARMISTUS	16
6.1 Näytemuuraus	16
6.2 Työtä edeltävä laadunvarmistus	17
6.3 Yleiset ongelmat	19
6.4 Betonirungon eristys ja tiilisteiden asennus	20
6.5 Ulkoseinäpuuelementin muurausside	23
6.6 Tiilisanka	24
7 YHTEENVETO	25
LÄHTEET	26
LIITTEET	
Liite 1 Aloituspäätöksen pöytäkirja	
Liite 2 Muuraustyön työn turvallisuussuunnitelma	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on tehty tarkastellen urakoitsijan työsuoritusta laadunvarmistuksen näkökulmasta sekä muurauksessa tarvittavien lisävarusteiden oikeaa asennusta ja valintaa sekä niiden käyttöä. Eri ongelmatilanteisiin keksimme ratkaisut yhdessä urakoitsijan kanssa.

Rakennusallalla yleisesti käytetään laadunvarmistuksessa Ratu-korttien ohjeistusta, mutta harmittavan usein ilman tarpeellista työnvalvontaa urakoitsijat laiminlyövät enemmän ja vähemmän laadullisia vaatimuksia.

Nykypäivänä rakentamisessa on alettu arvostamaan enemmän laatua ja työn siisteyttä. Samalla työn nopeus tai hinta ovat menettäneet merkityksensä urakoitsijan valinnassa. Tämän takia tässä opinnäytetyössä keskityin varmistamaan julkisivumuurauksissa käytettyjen varusteiden asennuksen, oikean käytön sekä muurauksen ja rungon välisen ilmaraon toiminnan, että saataisiin pois kitkettyä urakoitsijoiden välinpitämättömyys tarvikkeiden oikeaa asennusta ja käyttöä kohtaan.

2 KOHTEEN ESITTELY

Opinnäytetyön kohde oli Hartela Pohjois-Suomen rakentama asuinkerrostalo As Oy Oulun Figuuri. Kohteessa on 133 kpl asuntoja ja ensimmäisessä kerroksessa toimii päiväkotia. Kohde sisältää myös autohallin. Piha-alueet muodostuvat autohallin kannen päälle. Kohde on kantava betonirunkoinen asuinkerrostalo, jossa on ulkoseininä ei-kantavat puuelementit. Julkisivu on tehty muurattuna ja rapattu tehosteväreillä. Alla on kohteen perustietoja.

Nimi:	As Oy Oulun Figuuri
Pääurakoitsija:	Hartela Pohjois-Suomi, KVR kohde.
Kaupunki:	Oulu 564
Kaupunginosa:	Vanhatulli 3
Kortteli:	24
Tontti:	5
Tontin pinta-ala:	2 865 m ²
Ikkuna pinta-ala:	436 m ²
Sallittu kerrosluku:	IV-VII
Kerrosala:	5 293 + t 52 m ²
Bruttoala:	
-Asuinrakennus	7 721 + t 52 m ²
-Autohalli	1 611 m ²
-Talousrakennus	45 m ²

Tilavuus

-Asuinrakennus 24 996 + t 135 m³

-Autohalli 20 163 m³

-Talousrakennus 135 m³

Huoneistoala 3 919,0 m²

-Asunnot 3 608,5 m²

-Liiketilat (päiväkoti) 310,5 m²

Huoneistotyytit

1H + KK 23,5 m² 60 kpl

1H + ALK + KK 27,5 m² 35 kpl

1H + ALK + KK 31,5 m² 24 kpl

1H + ALK + KK 32,5 m² 4 kpl

1H + ALK + KK 34,5 m² 5 kpl

1H + ALK + KK 35,5 m² 5 kpl

Yhteensä 133 kpl

3 MUURAUSSAPUVÄLINEET

3.1 Ylityspalkit

Julkisivumuurauksissa aukkoilytysiin kohdistuu erisuuruisia kuormia, sillä aukot ovat erikokoisia ja eri kohdissa, jolloin tiilien oma puristuskantavuus ei kestä rasitusta. Tämän takia kohteeseen oli valittu ylityspalkeiksi julkisivumuurausta varten Amutek Oy:n valmistamia CE-merkittyjä AMU-aukkopalkkeja.

Mitoituksia löytyy mm. erilevyisille aukoille ja aukkoihin, joiden yläpuolinen holvautuminen ei ole "täydellistä". Mitoituskäyrästä voidaan käyttää soveltaen myös aukkoihin, joiden läheisyydessä on liikuntasauvoja tai joiden kannatus on puutteellista jne. Palkin pohjaleveys on yleensä tiilen levyinen, korkeus (h) määrittyy mitoituksen mukaan (27–300 mm). (1.)

3.2 Muuraussiteet

Muuraussiteillä ulkokuori yhdistetään sisäkuoreen. Muuraussiteiden tehtävänä on siirtää veto- ja puristusvoimia kuorien välillä ja samalla sallia kuorien välinen rajattu liike. Muuraussiteet mitoitetaan Eurokoodin vaatimusten mukaan rakennuskohdekohtaisesti. Muuraussidetyyppi, -malli ja -pituus valitaan sekä vähimmäismäärätarve (kpl/m^2) lasketaan US-rakennetyypikohtaisesti (kuva 1). (3.)

Montako muuraussidettä / m^2 ?

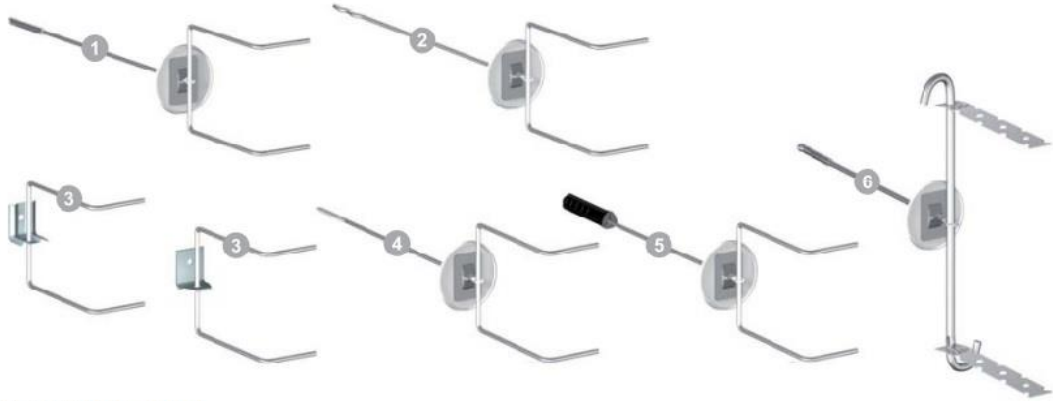
Muuraussiteiden vähimmäismäärä pinta-alayksikköä kohden saadaan yhtälöstä $n_t \geq W_{Ed}/F_d$.

- n_t on muuraussiteiden vähimmäismäärä pinta-alayksikköä kohden (kpl/m^2)
- W_{Ed} on rakennuksen vaakakuormien mitoitusarvot pinta-alayksikköä kohden tuulen paineelle ja imulle (kN/m^2)
- F_d on muuraussiteen kansalliset (FI) mitoitusarvot puristuskestävyydelle ja vetokestävyydelle (kN/kpl) siteen toimivalle pituudelle **A**

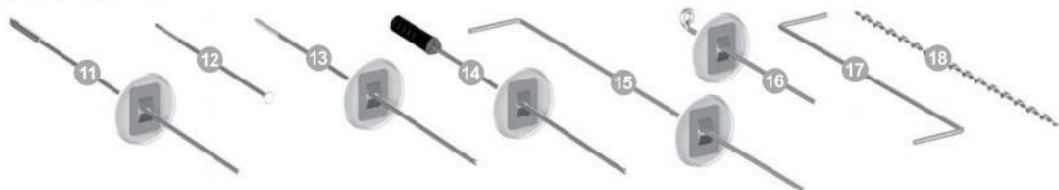
KUVA 1. Muuraussiteiden laskentakaava ja selitykset (3)

Muuraussiteitä valmistetaan monia erilaisia (kuva 2), joten vaikeuksia ilmenee oikean siteen valinnassa. Amutek on ratkaissut asian helpolla taulukolla, jota täytessä selviää, millaiset muuraussiteet kyseiseen rakenteeseen on suositeltu valittavaksi (kuva 3).

Liikkeensallivat muuraussiteet



Suorat muuraussiteet



KUVA 2. Erilaisia muuraussidevaihtoehtoja (3)

Kyllä

Kysy lisäohjeita

CE

SFS-EN
845-1:2013
+ A1:2016

Muuraussidemallit

Holkkiramla-reikäpää (HRRP)

Elementtiramla-reikäpää (ERRP)

Villakuuma (VK)

Ramla-Ruuvattava-reikäpää (RRRP)

RUTU +
Ramla-Ruuvattava-reikäpää (RUTURRRP)

KF-muurausside (KF)

Holkkiramla (HR)

Tiiliverhousnaula (NTV)

Ramla-Ruuvattava (RR)

RUTU +
Ramla-Ruuvattava (RUTURR)

Ramla-L (RL)

Ramla-Lenkipää (RLP)

Ramla-Z (RZ)

Dryfix

MUURAUSSITEEN VALINTA

Kuva

1

2

3

4

5

6

11

12

13

14

15

16

17

18

Tyyppi

Liikkeensalliva

Suora

Sisäkuori (runko)

Betoni

Kevytsojaraharkko (ohutsaumamuurattu, muurattu)

Kahi (ohutsaumamuurattu, muurattu)

Poltettu tiili/harkko (ohutsaumamuurattu, muurattu)

Puu (puinen kattotuoli)

Höyrykarkaistu kevytbetoni

Teräs

Kevytsoaraeristeharkko

Ulko-kuori

Muurattu

Ohutsaumamuurattu

Lisäksi

Ruuvitulppa (esim. RUTU)

Kiinnike (erillinen)

Villaprikka (+ aluslevy)

Asennus

Rungon teon yhteydessä

Ennen eristeen asennusta

Eristeen asennuksen yhteydessä

Ennen muurausta

Muurausten yhteydessä

KUVA 3. Muuraussiteiden valintataulukko (3)

Muuraussiteet kiinnitetään sisäkuoreen poraamalla, jos kyseessä on betoni-seinä, ja ruuvaamalla, jos puurunkoinen seinä. Tämän työn kohteessa on osittain betonirunkoa ja puurunkoa, joten molempia tapoja on käytettävä muuraussiteen kiinnitykseen.

4 KOHTEEN JULKISIVUTIILET

Kohteessa käytettiin Tiileri Oy:n neljää eri julkisivutiiliä: Edelweiss-valkoinen RT85 sileäpintaista, Laava-läpivärjätty-musta RT85 sileäpintaista ja piharaken-
nuksissa Y-Punainen RT85 ja MRT85 mallisia sileäpintaisia (kuva 4). Kaikki tiilet
ovat kategorian I poltettuja HD-tiiliä, jotka soveltuvat sisä- ja ulkomuurauksiin,
standardin SFS-EN 771-1 soveltumisalan mukaisesti (4).



KUVA 4. Julkisivutiilet, vasemmalta lähtien Y-Punainen, Edelweiss-valkoinen, Laava (4)

Kohteen ulkoseinille oli suunniteltu paloluokaksi REI60, joka tarkoittaa, miten kauan rakenne kestää paloa, ennen kuin kyseinen rakenne menettää kantavuuden, tiiveyden ja eristävyytensä. Näiden vaatimusten raja-arvo ylittyy, sillä kohteessa suunniteltu palonkestävyysraja-arvo oli 60 minuuttia. (5.)

Lämmönläpäisykerroin eli U-arvo suunnitelmissa oli 0,17 W/m²K, mikä tarkoittaa lämpövirran tiheyttä, joka läpäisee rakennusosan jatkuvuustilassa, kun rakennusosan eri puolilla olevien lämpötilaerotus ympäristöjen välillä on yksikön suuruinen. Suomen rakentamismääräyskokoelmassa vuodesta 2010 alkaen U-arvon enimmäisarvoksi ulkoseinille on määrätty 0,17 W/m²K. (6.)

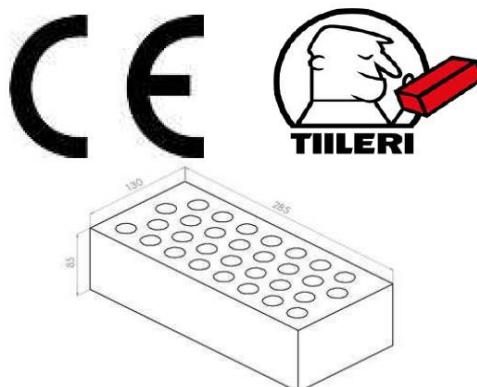
Ulkoseinille ei kohteessa ollut määrättyä äänieristysarvoa, koska talon läheisyydessä ei ole moottoriajoneuvoille tarkoitettua ajoreittiä.

Kohteessa käytetyt Tiilerin kaikki tiilet ovat CE-merkittyjä ja täyttävät tarvittavat standardit, jotka rakennusvalvonta ja määräykset sekä laki vaativat (kuva 5).

SUORITUSTASOILMOITUS

No: DoP K0073

1. Tuotetyypin yksilöivä tunnistus:	Kategorian I poltettu HD-tiili sisä- ja ulkomuuraksiin
2. Tuotteen tunnistus:	RT 85 Laava
3. Aiottu käyttötarkoitus:	Muuratuissa seinissä, pilareissa ja väliseinissä standardin <i>SFS-EN 771-1</i> soveltamisalan mukaisesti
4. Valmistaja:	Keramia Oy Mjösundintie 1101 FI-25730 Mjösund
6. AVCP-menettely:	AVCP 2+
7. Harmonisoituun tuotestandardiin EN771-1:2011 perustuva DoP:	Laadunvalvonnan sertifiointilaitos Inspecta Sertifiointi Oy (0416) on suorittanut tehtaan ja sen sisäisen laadunvalvonnan alkutarkastuksen sekä jatkuvaa valvontaa, arviointia ja hyväksymisen ja antanut laadunvalvonnan varmentamistodistuksen 0416-CPD-5414-03 .



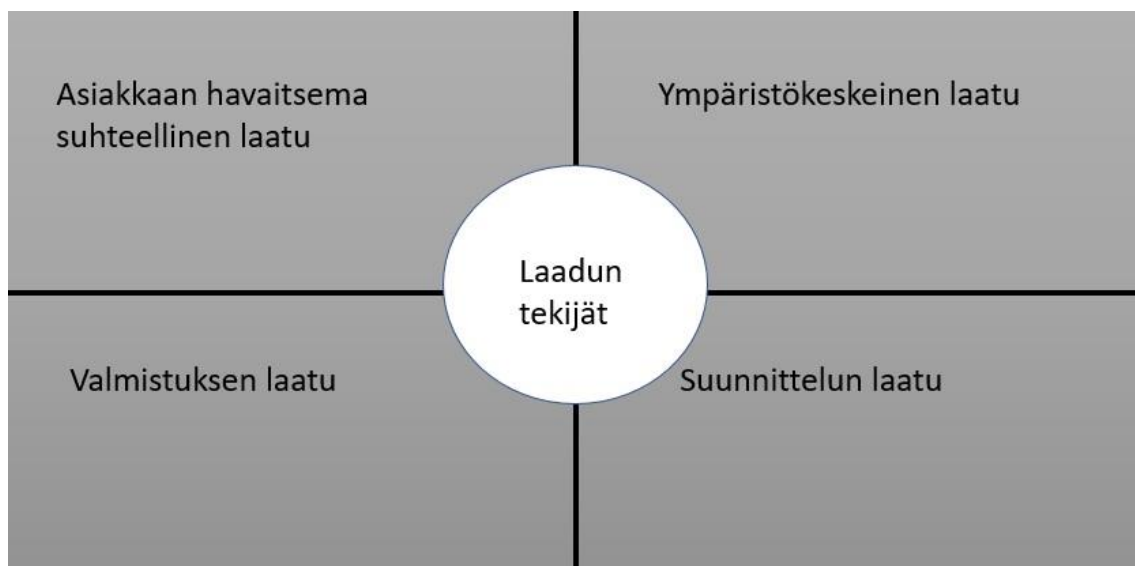
9. Ilmoitetut suoritusarvot:									
Mitat (mm)	Pituus	285	Leveys	130	Korkeus	85	Palokäyttäytyminen	Euroluokka A1	
Mittapoikkeamat T1 (mm)		±7		±5		±4	Vedenimukyky	max	10 %
Hajontaluokka R1		10		7		7	Veden alkuimunopeus	max	2,1 kg/m ² /min
Kappaleen muoto	Pystyreikätiili			Aukkoryhmä	2		Vesihöyryn läpäisevyys	5/10	EN 1747
Puristuslujuus N/mm ²					20		Bruttokuivatiheys	1 350	kg/m ³ D1 (± 10%)
Kosteusmuodonmuutos					NPD		Lämmönjohtavuus	0,30	EN 1745; A; P=50%
Tartuntalujuus		≥ 0,16 N/mm ²	Weber M5-muurauslaastilla				Pitkäaikaiskestävyys	Säänkestävä F2	
Liukoinen suolamäärä					NPD			SFS7001 liite 1, hyväksytty	

KUVA 5. Tiilerin CE-merkintäkortti (4)

5 LAATU

Laatu ajatellaan laajaksi käsitteeksi, joka sisältää erilaisia hyviä tuotteen ominaisuuksia, joita kuvaillaan adjektiiveilla, kuten toimiva, kestävä, hyvä. Jos tuote näyttää katsojan silmään hyvältä, tuntuu kestävältä ja on kaiken puolin toimiva, pystytään toteamaan, että tuote on laadukas. Tästä voidaan päätellä, että laatu on kiinni tuotteen käyttäjän mielipiteestä. Reklamaatioita voi aina tehdä, jos tuotteen käyttäjän mielestä tuote ei ole tarpeeksi hyvä, laadukas tai kestävä. (7.)

Kirjassa Rakennustöiden laatu 2017 (7, s. 7) luvussa Laatu käsitteenä kerrotaan lyhyesti seuraavasti: ”Laadulla käsitteenä on monta määritelmää ja monta ulottuvuutta. Yksi tapa määritellä laatu on jakaa se tuotteen, palvelun tai toiminnan (prosessin) laatuun. Tuotteen laatu on kilpailutekijä, asiakkaan odotuksien ja huomion herättäjänä.” Laatuun vaikuttavia tekijöitä on esitetty kuvassa 6.



KUVA 6. Laatuun vaikuttavia tekijöitä ja muuttujia (7, s. 7.)

Kuvan 6 kaavion elementtien selitykset (7, s. 7):

- Asiakkaan havaitsema suhteellinen laatu on hänen saamansa tuotteen laadun suhde odotettuun laatuun.
- Ympäristökeskeinen laatu tarkoittaa vaatimuksia, joita muut yrityksen sidosryhmät kuin asiakas asettavat yritykselle ja sen tuotteille.
- Valmistuksen laatu kertoo, miten hyvin tuote vastaa sille suunnittelussa asetettuihin vaatimuksiin.
- Suunnittelun laatu kuvaa, kuinka hyvin tuote on suunniteltu täyttämään asiakkaan tuotteelle asettamat odotukset.

Laatu on (7, s. 7)

- hyödykkeen sopivuutta käyttötarkoitukseensa
- toiminnan ja tuotteiden virheettömyyttä
- pienin mahdollinen kokonaishävikki
- kyky täyttää asetetut odotukset
- yksinkertaisia ominaisuuksia, joita ei voi määritellä tarkasti, vaan jotka opitaan tunnistamaan kokemuksen kautta
- sisäänrakennettu väistämätön prosessin ominaisuus
- suunnittelun, valvonnan ja kehittämisen yhdistelmä
- vaatimusten ja normien mukaisuutta
- laatuvirheiden minimointia
- esineiden, ihmisten tai prosessien ominaisuuksia ja haluttavuutta
- valmistus-, tuote-, arvo-, kilpailu-, asiakas- ja ympäristölaatua
- suunniteltu ja sisäänrakennettu.

6 MUURAUKSEN LAADUNVARMISTUS

Kivirakentamisen laatu-, turvallisuus- ja ympäristövaatimusten täytyminen varmistetaan työnaikaisilla laadunvarmistustoimilla. Ennen työn aloittamista kävimme urakoitsijan kanssa aloituspalaverin (liite 1), jossa selvitettiin laatuvaatimukset, jotka on määritelty RunkoRyl 2010 -kirjassa (8, s. 162–186) ja työn päivittäinen tavoiteltu toteutus. Laadun toteutumista seurattiin työn aikana ja poikkeamat korjattiin välittömästi.

Työn tuli täyttää sopimusasiakirjoissa asetetut ja sovitut laatuvaatimukset, jotka laadittiin työn suorittavien urakoitsijoiden kanssa. Työryhmään kuului kaksi muuraria ja kaksi apumiestä. Työ suoritettiin käyttäen työvaiheeseen sopivia koneita sekä standardien mukaisia, laadultaan käyttökelpoisia ja yhteensopivia materiaaleja. (7, s. 140.)

Koska työ suoritettiin yrityksen omien työntekijöiden urakkana, oli laadunvarmistus työnjohtajien seurannassa jokaisena päivänä. Tarkistuksia tehtiin jatkuvasti niin muuraussiteiden määrään kuin ilmaraon riittävään suuruuteen. Ilmarakovaati erityistä valvontaa, sillä laastia saattaa tippua ilmarakoon ja täten se voi tukkia alhaalla olevat tuuletusaukumat, jotka varmistavat ilmankierron rakenteessa.

Jossain tapauksissa täytyi purkaa jo valmista seinää, sillä ilmarako oli päässyt pienentymään liian pieneksi, koska muurausohjaimet oli väärin kiinnitetty ja siten muurattava seinä oli tullut liian lähelle ulkoseinää.

6.1 Näytemuuraus

Ennen varsinaisen julkisivumuurauksen aloittamista urakoitsijan täytyi suorittaa mallimuurausnäyte (kuva 7), joka oli noin yhden neliömetrin suuruinen.

Mallimuuraukset muurattiin jokaisesta tiili- ja saumatyypistä (kuva 7), jonka jälkeen työnsuoritukset hyväksyttiin tilaajalla, valvojalla ja arkkitehdillä. Mallimuurauksesta täytettiin hyväksyntälomake. Työntekijät olivat yrityksen omia, eli työ tehtiin omana urakkana. Ennen tilaajan, valvojan ja arkkitehdin tarkistuskäyntiä

tarkistimme mallimuurauksen työmaalla työnjohtajien ja vastaavan työnjohtajan kanssa.



KUVA 7. Mallimuurausnäyte, punainen Y-Punaisesta tiilestä.

6.2 Työtä edeltävä laadunvarmistus

Ennen töiden aloittamista kävimme aloituspalaverin (liite 1), jossa kävimme läpi työvaiheet, laatuun vaikuttavat keskeiset asiat ja sallitut mittapoikkeamat (kuva 8) (6, s. 168). Esimerkiksi suurin sallittu kaltevuus oli 12 mm, ettei muuratulla seinällä ole mahdollista kaatua ja aiheuttaa turhaa työturvallisuusriskiä.

Pilarien ja seinien suurimmat sallitut poikkeamat (RunkoRYL 2010, taul. 511:T5)

Ulottuvuudet ja sijainti	suurin sallittu poikkeama		
	luokka 1	luokka 2	luokka 3
Pilarin poikkileikkauksen mitat ²⁾ , seinän paksuus ¹⁾ sivumitasta ³⁾	± 5 %	± 5 %	± 5 %
Pilarin poikkileikkauksen mitat, seinän paksuus enintään ¹⁾	± 3 mm	± 8 mm	± 12 mm
Käyryys ³⁾	± 2 ‰	± 3 ‰	± 4 ‰
Kaltevuus ³⁾	± 2 ‰	± 3 ‰	± 5 ‰
Kaltevuus enintään ³⁾	± 12 mm	± 18 mm	± 30 mm
Kaltevuus kolmen kerroksen matkalla ³⁾	± 50 mm	± 50 mm	± 50 mm
Kaltevuus toisiin rakennusosiin rajoituksaan ²⁾	± 1 ‰	± 1,5 ‰	± 2,5 ‰
Sivusijainti	± 5 mm	± 8 mm	± 8 mm
Etäisyydet viereisiin rakennusosiin	± 5 mm	± 8 mm	± 12 mm
Rakoseinän seinäpuoliskojen välinen etäisyys	± 15 mm	± 15 mm	± 15 mm

¹⁾ Yhden seinäpuoliskon paksuus rakoseinissä.

²⁾ Ei koske yhden muurauskappaleen levyisiä tai pituisia seiniä tai pilareita, joiden mittapoikkeamat riippuvat muurauskappaleiden mittapoikkeamista.

³⁾ Mitattuna ylä- ja alapään keskipisteiden yhdyslinjasta.

KUVA 8. Seinien suurimmat sallitut poikkeamat (6, s. 168.)

Mittauksissa ilmeni vain marginaalisia heittoja, jotka eivät vaikuttaneet työn laatuun, mutta ullakkokerroksessa olivat runkovaiheessa mitatut seinien mittalinjat väärin. Siksi jouduimme vaihtamaan julkisivutiilet kapeampiin moduulitiiliin, että ilmarako pysyisi tarpeeksi suurena ja rakenteiden tuuletus toimisi. Moduulitiilet ovat muuten samoja kuin normaalitiili, mutta ovat vain kapeampia.

Työvaiheeseen laadittiin työnturvallisuussuunnitelman (liite 2), jossa kartoitimme mahdolliset työturvallisuusriskit ja -vaarat. Lisäksi oli varmistettava myös resursien saatavuus kone- ja laitevuokraamosta, laastinsekoittimet ja -astiat, tiilisahat ja leikkurit sekä telineet. Samoin varmistettiin, että ne täyttivät määrätyt työturvallisuuskriteerit. Sovimme myös samalla mastolavojen siirtopalvelusta työturvallisuussyistä, että kone asennetaan aina oikein ja saamme koneesta tarkistuspyö-täkirjan. Tällä varmistettiin mastolavalla työskenteleville työturvallisuus.

Koneet ja laitteet tarkistettiin viikoittain TR-mittauksen ohessa, ja vialliset vaihdettiin ehjiin. Kaluston vaihto onnistui helposti, sillä työmaan koneet ja laitteet olivat vuokrattuja. Esimerkkinä tiilihäkki piti vaihtaa muutamaan kertaan, koska ovet vääntyivät.

6.3 Yleiset ongelmat

Muurauksessa yleisimmät ja suurimmat ongelmat, joihin varauduttiin etukäteen, olivat seuraavat:

Mittalinjojen epätarkkuus

Ennen muuraustyön aloittamista mittakirvesmies kävi varmistamassa tulevan muurattavan seinän paikan. Mikäli linja ei ollut oikeassa kohdassa, aloitimme välittömästi mahdolliset korjaustoimenpiteet. Kohteessa ei ollut mittalinjoissa moitittavaa.

Huonot muurausolosuhteet

Muuraus jouduttiin keskeyttämään useina päivinä vesisateen vuoksi, vaikka olimme varautuneet sadesuojalla mastolavassa. Vettä satoi niin paljon, että laasti meni liian vesipitoiseksi, jonka johdosta tiilen tarttuvuutta ei pystynyt varmistamaan. Vesisadepäivinä työryhmä suoritti valmistelevia töitä, esimerkiksi tiilien sahausta, uuden mestan valmistelua ja työtelineiden pystyttämistä.

Tuuletusvälin toimivuus

Jo aiemmin mainittu tuuletusväli tai ilmaraon toimivuus on kriittisimpiä kohtia julkisivumuurauksessa. Sen toimivuus oli varmistettava, jotta rakenteiden ilmanvaihto toimisi.

Suojauksen laiminlyöminen

Suojauksen laiminlyömisellä tarkoitetaan laastien suojausta huonolta säältä, ettei vesi pääse sisään ja kovettamaan laastia, sekä tiilien suojausta, ettei vesisade kastele tiiliä. Märkä tiili ei tartu muurauslaastiin, jolloin on syntynyt riskirakenne.

Turvallisuus

Työturvallisuudesta ei voi tinkiä yhtään. Työryhmälle ja työmaan muille työntekijöille täytyi jatkuvasti muistuttaa suojalaseista, kypärästä ja kypärän leukaremmistä, toisin sanottuna henkilökohtaisesta suojamista. Näiden käytössä oli puutteita, joihin puututtiin ja jotka korjattiin välittömästi. Lähtökohtahan on, että kaikki pääsevät turvallisesti töistä kotiin.

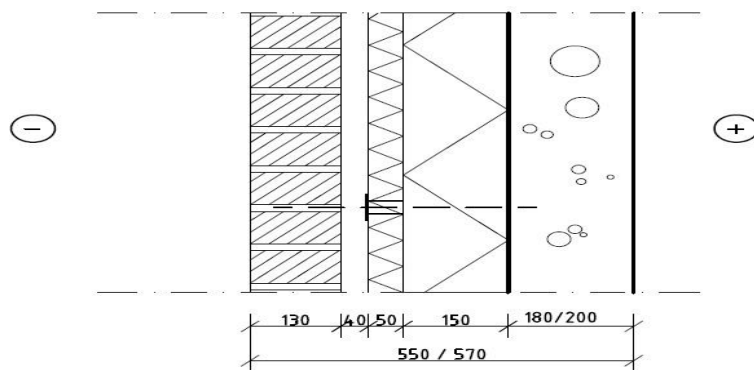
Kaikkiin ongelmiin löydettiin yhdessä ratkaisu yhdessä, huolellisella suunnitelulla, sekä työnohessa puuttamalla ilmeneviin puutteisiin.

6.4 Betonirungon eristys ja tiilisiteiden asennus

Ennen julkisivunmuurausta betonirunko täytyi lämpöeristää mineraalivillalla (kuva 9) rakennekuvan mukaisesti (kuva 10). RunkoRyl 2010:n (8, s. 277) kohdassa 911.1 sanotaan: ”Käytettävät lämmöneristys- ja tiivistystarvikkeet kestävät suunnitellun käyttöiän ympäristön ja sään rasitukset. Ne eivät aiheuta syöpymistä muissa rakennustarvikkeissa tai värin muuttumista näkyvissä pinnoissa eivätkä kehitä vahingollista tai haitallista ainetta, hajua, kaasua tms.”



KUVA 9. Betonirungon lämmöneristäminen mineraalivillalla ja tiilisiteitä kiinnitetynä.



PINTA TYÖSELOSTUKSEN MUKAAN	
130 mm	TIILIVERHOUS, ARK. MUKAAN, SAUMAUUS MUURAUKSEN YHTEYDESSÄ. TIILIEN JA SAUMOJEN ON OLTAVA PAKKASENKESTÄVIÄ. MUURAUSITEET $\phi 4$, SS2333, 4kpl/m ² JA AUKKOJEN PIELISSÄ k300
40 mm	TUULETUSRAKO
50 mm	TUULENSUOJAMINERAAALIVILLA ($\lambda_d = 0.033$ W/mK) PINTALUOKKA B-s1, d0 TUULETUSRAKON PÄIN KIINNITYS LAIPALLISELLA KIINNIKEELLÄ ERISTELEVYN LÄPI
150 mm	PALAMATON MINERAAALIVILLA ($\lambda_d = 0.037$ W/mK)
180/200 mm	KANTAVA RAKENNE, BETONI- TAI TERÄSBETONISEINÄ RAKENNESUUNNITELMIEN MUKAAN MUOTTIPINNAT: BY 40/MUO-A JA AVOPINNAT: TERÄSHIERTO / BY40 RASITUSLUOKKA XC1
PINTA HUONESELOSTUKSEN MUKAAN	

KUVA 10. Ulkoseinän rakennetyyppi. (9)

Lämmöneristemateriaaleista kerrotaan kohdassa 911.1.1 (8, s. 277): "Suunnitelma-asiakirjoissa vaaditut tuotteiden lämmönjohtavuudet ja muut ominaisuudet voidaan osoittaa yhdenmukaistetun eurooppalaisen tuotestandardin tai eurooppalaisen teknisen hyväksynnän (ETA) mukaisella CE-merkinnällä. Tuotestandardin hyväksymiseen asti ominaisuudet voidaan osoittaa tyyppihyväksynnällä. CE-merkityn tuotteen kohdalla on aina tarkistettava merkinnässä ilmoitettujen tietojen avulla, että tuote täyttää käyttötarkoituksen edellyttämät kansalliset laatuvaatimukset. Lämmöneristeen kelpoisuus käyttökohteeseen voidaan osoittaa myös ilmoitetun laitoksen tuotesertifikaatin avulla. Lämmöneristystuotteilla on sellainen mittatarkkuus, että ne liittyvät tiiviisti sekä rajoittaviin rakennusosiin että toisiin eristystuotteisiin. Käytettävät tuotteet täyttävät valmistajan ilmoittamat tuotekohtaiset laatu- ja mittatarkkuudet." Lämmöneriste kiinnitetään Amutek Oy:n toimitamilla porattavilla tiilisiteillä (kuva 11).

Betoniulkoseinissä käytetty lämmöneriste oli Isover KL-37, jonka U-arvo on 0,037, joka täyttää RunkoRyl 2010:n laatimat vaatimukset lämmöneristeille.

Lämmöneristeen päälle asennettiin vielä Isover RKL-31 F 50 mm tuulensuoja levy, jonka U-arvo on 0,031, joka myös täyttää RunkoRyl 2010:n laatimat vaatimukset.

Lämmöneristeet kiinnitettiin niille tarkoitettujen Amutek Oy:n tiilisiteiden ja niiden alus- ja kiinnityslevyjen avulla. Tällä tavalla saatiin oikean rakennustavan mukainen eristys. Tuulensuojalevyjen saumat vielä teipattiin Isoverin toimittamalla teipillä, jotta varmistuttiin, ettei tuotteet hylkisi toisiaan.



KUVA 11. Betonirungon porattava tiilside

Tiilisiteitä tuli asentaa laskelmien (kuva 2) mukaan vähintään 4 kpl/m² alueelle, jolla varmistettiin muurauksen tarpeeksi laaja kiinnitys runkoon. Lisäksi muurauksesta tehdyssä urakkasopimuksessa oli erityismaininta tiilisiteiden kiinnityksestä

siten, että siteessä oleva reikä on ylöspäin, jotta tiilisteiden tiilisanka (kuva 12) saadaan oikein asennettua.

Tiilisteitä varten porattiin 8 mm:n reikä betoniin, johon asennusholkkia käyttäen tiilisiide lyötiin. Tiilisteissä itsessään on puristusankkurointi, jonka avulla tiilisiide puristui tiukasti reikään eikä irtoa seinästä.

6.5 Ulkoseinäpuuelementin muurausside

Ulkoseinien puuelementteihin käytettiin saman tapaisia muuraussiteitä (kuva 12), jotka asennettiin kiinni runkotolppiin.

Puurunkoon kiinnitettävien muuraussiteiden mukana tuli asennusholkki, jota käyttäen asentaminen kävi helposti akkuporakoneella. Asennusholkki oli mitoitettu siten, että kun ruuvaus loppui, jäi tiilisiide oikealle etäisyydelle seinästä ja tiilisanka oli helposti asennettavissa ja oikealla etäisyydellä.

Muuraussiteitä asennettiin 4 kpl/m² sekä betoni- että puu-ulkoseiniin.



KUVA 12. Ulkoseinien puuelementtien tiilisiide (ruuvattava) ja tiilisanka

6.6 Tiilisanka

Kohteen tiilisankana (kuva 12) käytettiin Amutek Oy:n valmistamaa liikkeensallivan epäsymmetrisen muuraussiteen osaa, jonka liikevara on 45 mm. Tämä liikevara mahdollisti helpon asennuksen, sillä urakoitsija pystyi valmiiksi jo asentamaan kaikki tiilisiteet ennen muurauksen aloittamista. Samalla nopeutettiin työn suoritusta.

Tiilisanka oli 4 mm:n paksuista terästä, taivutettuna 90 asteen kulmaan. Kahden sangan väli on 100 mm, mikä mahdollistaa tiilen mahtuvan sankojen väliin.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli varmistaa ja tarkkailla kohteen julkisivumuurauksen laatua ja laadunvarmistusta sekä lisävarusteiden oikeaa asennusta ja niiden käyttöä.

Työt tehtiin Ratu-korttien ja RunkoRyl 2010:n ohjaukseen perustuen. Pientä soveltamista käytettiin työnjohdon ja suunnittelijan hyväksynnällä, että pystyttiin varmistamaan tarpeeksi korkea työn laatu.

Muurausapuvälineiden toimittajalta tuli selvät käyttöohjeet, joita noudattaen pystyttiin varmistamaan tarpeellinen laatu.

Oma yhteenvetoni muurauksen laadunvarmistuksesta on, että laatua valmistukseen jokaisella työntekijällä on oltava asenne ja halu tehdä laatua tinkimättä ohjeista tai laiminlyömättä määräyksiä, jotta laatu voitiin varmistaa 100-prosenttisesti. Sovimme työryhmän kanssa, että aina kun muuraussiteet ovat kiinnitettynä ulkoseinään, työryhmä ilmoittaa työnjohdolle ja työnjohto käy tarkistamassa vielä siteiden riittävän määrän ja kiinnityksen.

Opinnäytetyön aineistoa kerätessäni ja perehtyessäni asiaan opin paljon uusia asioita laadusta ja muurauksessa käytettävistä apuvälineiden teknisistä ominaisuuksista. Oppimani perusteella laatua pystytään määrittämään ja tarkkailemaan monella eri tavalla ja näkökulmasta. Omasta mielestäni parhain tapa on lähestyä asiaa maanläheisesti yksinkertaisten laatuajatusten kautta.

LÄHTEET

1. AMU-ylityspalkki. 2011. Amutek Oy. Tuotekortti. Saatavissa: http://www.amutek.fi/detaljit/AMUTEK_OY_AMU_ylityspalkki_TUOTEKORTTI_2011.2.pdf. Hakupäivä 15.5.2018.
2. AMU-ylityspalkki detalji. 2009. Amutek Oy. Tekninen liite. Saatavissa: http://amutek.fi/kayttoohjeet/AMUTEK_OY_AMU-ylityspalkki_DET_1-4.pdf. Hakupäivä 15.5.2018.
3. Tuote-esite. 2017. Amutek Oy. Saatavissa: http://amutek.fi/detaljit/AMUTEK_2017_MS_LS.pdf. Hakupäivä 15.5.2018.
4. Julkisivutiilet. Tiileri Oy. Saatavissa: <https://tiileri.fi/suunnittelijat-rakentajat-tiilet/julkisivutiilet/>. Hakupäivä 17.5.2018.
5. Paloluokitus. 2018. Paroc Oy. Saatavissa: <https://www.paroc.fi/know-how/palo/paloluokitus>. Hakupäivä 4.9.2018.
6. C3 Rakentamismääräyskokoelma. 2008. Rakennusten lämmöneristys. Määräykset 2010. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B7BF051A7-6436-4724-A1FD-7688A56FB09B%7D/102966>. Hakupäivä 4.9.2018.
7. Rakennustöiden laatu 2017. 2016. Helsinki: Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/113733.html.stx> (vaatii lisenssin).
8. RunkoRyl 2010. 2011. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen runkotyöt. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi.ezp.oamk.fi:2047/kortistot/tuotteet/106032.html.stx> (vaatii lisenssin).
9. As Oy Oulun Figuuri. Rakennepiirustus. Rakennetyypit. 2017. WSP Finland Oy. Yrityksen sisäinen dokumentti.

- 28,5
- Aloitukset vk 24 (11.6.2018)
 - noin 800 kpl / pu / muurari
 - Työpaikan pituus $\approx 7.00 - 16.30 - 17.00$
Pz lyhyempi
 - Satelliitin särke "Raminetti 112" (purkinyys)
 - Kuivaculo - Antti R. Hvitto
 - ohjuri alumiini (Harkela harkkari)
 - 10 kotelolle malli "niti/biti"

- Aloitur uk 23/18, ilmoitus jos mahdoll.
 - toukokuun 1/2 vähi
 - 65 tp
 - Ammuna c 850 kpl / pu / muura
 - satelliitin sijoitus ulosrakennuksella
 - Tarpeen sijoitus tornille tai vastaavasti
 - Nörtösäily - iso säily
 - Rantatikut paikalleen ulosrakennuksella
⇒ voiko tikut laittaa maalle?
 - itä rannan laitto urakasta.
 - ohjurit 35x68 kordipuu - ja 21.6000
 - 10-pulkien ulostulo kotelot?
-
- Apureita 2 kpl, sis m² kierre
 - Hoopa, mahdollisesti myös ulosrakennuksella
 - Työpäivä klo 6.00 - 17.00. Periaatteen mukaan
 - Säily, sikkeli, nörtökä + laivat, viisipäivä
 - paljokko, tulipörrä - + m
 - kaurat, siemenet, seuranaiset vr.

(Muuraustyön aloituspalaverin pöytäkirja, Hartela Pohjois-Suomi, As Oy Oulun Figuuri.)



Työn turvallisuussuunnitelma (TTS)

Työn turvallisuussuunnitelmaa (TTS) poistetaan turvallisen työnteon esteitä. Työnjohtajan vastuulla on, että suunnitelma tehdään yhdessä työntekijöiden kanssa jokaisesta alkavasta työmaan viikkosuunnitelmaan merkitystä tehtävästä sekä jokaisesta korkean riskin työvaiheesta erikseen ennen sen aloittamista. Aliurakoitsijan tekemän suunnitelman tarkastaa ja hyväksyy työnjohtaja, jolle jää kopio suunnitelmasta. Tehtäväsuunnitelma tai muu vaarat käsittelevä suunnitelma voi korvata TTS:n.

Työmaa	As Oy Oulun Figuuri		Työnumero	40032	pvm	
Työvaihe	Julkisivumuuraus		Työn toteuttava yritys	Hartela Pohjois-Suomi		
Vaaralle altistuvat	X Työryhmän työntekijät	X Työnjohto	Ympäristössä liikkuvat			
	X Muut työntekijät	X Harjoittelijat, kesätyöntekijät	Muu, Mikä?			
Mitä työssä tehdään?	Vaiheen vaarat		Miten vaarat hallitaan?			
Kirjaa työn vaiheet järjestyksessä. Esim. aloita materiaalien tuomisesta ja päästä alueen siivoukseen	sivun alareunasta		Mieti tärkeysjärjestyksessä: poistetaan, korvataan vaarattomammalla, rajataan altistumista, väen/tekninen suojaus, henkilösuojaus			
Ohjuren asennus	Isku, Putoaminen, Esineen putoaminen, kompastuminen		Käytetään oikeita suojavarusteita, pidetään "satelliitin" kaiteet paikallansa, rajataan kulku alapuolelta, pidetään mesta siistinä.			
Tiilien & laastin nostaminen mestalle	Isku, esineen putoaminen, Kompastuminen		Käytetään oikeita suojavarusteita, pidetään "satelliitin" kaiteet paikallansa, rajataan kulku alapuolelta, pidetään mesta siistinä.			
Muuraus	Esineen putoaminen, kompastuminen, putoaminen		Rajataan kulku työmaan alapuolelta, pidetään mesta siistinä, pidetään "satelliitin" kaiteet paikallansa.			
Siivous	Esineen putoaminen, kompastuminen, putoaminen.		Rajataan kulku työmaan alapuolelta, pidetään mesta siistinä, pidetään "satelliitin" kaiteet paikallansa.			

Sitoutuminen turvalliseen työhön

Työn turvallisuussuunnitelman osapuolet ovat vastuussa tämän työtehtävän turvallisesta toteuttamisesta. Työnjohtaja vastaa, että tässä sovitut asiat käydään läpi uusien työntekijöiden kanssa.

	Allekirjoitus	Nimensevennys	Allekirjoitus	Nimensevennys
Työntekijä	<i>[Signature]</i>	Jorma Hietala	<i>[Signature]</i>	P. Heikkinen
	<i>[Signature]</i>	Mika Järvi	<i>[Signature]</i>	MIKA AJAKARPPA

Työn vaarat	Muut vaaratekijät
Melu, Tärinä, Sähköisku, Puutteellinen valaistus, Lentävät hiukkaset tai kipinät, Puristuminen, Viilto, leikkautuminen, Hiertäminen, Takertuminen, Isku, Putoaminen, Esineen putoaminen, Kompastuminen, Liukastuminen, Vaara-alueella työskentely, Käsin tehtävät siirrot, Kemiaalit, Polttoaineet, palavat kaasut, Vuodot	Töiden yhteensovitus, Viestintä/kielimuuri, Liikkuvat ajoneuvot tai nosturi, Hankala sääolosuhde/lämpö, ilman epäpuhtaudet, pöly tai kaasu, Home, bakteerit, asbesti, kreosiitti, Työskentely tiellä tai tien penkalla, Työskentely veden äärellä, Muu, mikä

12.4.2018/V2 ESJ/TJA

(Muuraustyön työn turvallisuussuunnitelma, Hartela Pohjois-Suomi, As Oy Oulun Figuuri.)